

TITLE: Optical glass based on oxides of silicon, boron and lanthanum - having high index of refraction and low dispersion.

DERWENT CLASS: L01 P81

PATENT ASSIGNEE(S): (NIKR) NIPPON KOGAKU KK

COUNTRY COUNT: 2

PATENT INFORMATION:

PATENT NO	KIND	DATE	WEEK	LA	PG	MAIN	IPC
DE 2653581	A	19770602	(197723)*				
JP 52063920	A	19770526	(197727)				
JP 54002646	B	19790210	(197910)				
DE 2653581	B	19790823	(197935)				

PRIORITY APPLN. INFO: JP 1975-140944 19751125

INT. PATENT CLASSIF.: C03C003-08; G02B001-00

BASIC ABSTRACT:

DE 2653581 A UPAB: 19930901

Optical glass contains 51-74 mole % of (SiO₂ + B₂O₃ + La₂O₃). The molar ratio SiO₂:La₂O₃ is 0.33-0.66 (pref. 0.39-0.63, esp. 0.59); B₂O₃:La₂O₃ is 0.46-0.86 (pref. 0.50-0.74, esp. 0.59).

Glass having high index of refraction (n_D=1.84-1.95) and low Abbe number (nu_d = 33-43) can be produced on industrial scale at a low cost. The prodn. is facilitated in that the compsn. does not much deviate from the eutectic point so that the fusion temp. is relatively low. The glass does not contain the objectionable thorium oxide (which is often used in commercial glasses having high index of refraction).

FILE SEGMENT: CPI GMPI

FIELD AVAILABILITY: AB

MANUAL CODES: CPI: L01-A01B; L01-A02; L01-A03A; L01-A03C; L01-A06D; L01-A07; L01-L05

特 許 公 報

昭54-2646

⑤ Int.Cl.²

識別記号 ⑤日本分類

庁内整理番号 ④公告 昭和54年(1979) 2月10日

C 03 C 3/12
C 03 C 3/30

101

21 A 22

7417-4G
7417-4G

発明の数 1

(全 13 頁)

1

2

⑤④光学ガラス

*⑦②発明者 市村健夫

東京都目黒区自由ヶ丘2の18の
6

②①特 願 昭50-140944

②②出 願 昭50(1975)11月25日

⑦②出 願 人 日本光学工業株式会社

公 開 昭52-63920

5

東京都千代田区丸の内3の2の3

④③昭52(1977)5月26日

⑦③代 理 人 弁理士 岡部正夫 外5名

⑦②発 明 者 石橋和史

相模原市麻溝台3023

* ⑤⑦特許請求の範囲

SiO ₂	8-21	モル%	(2- 7 重量%)
B ₂ O ₃	11-23	モル%	(4-11 重量%)
ただし SiO ₂ +B ₂ O ₃	24-40	モル%	(10-14.7 重量%)
La ₂ O ₃	21-35	モル%	(47-65 重量%)
ZnO	0-39	モル%	(0-20 重量%)
MgO	0- 3	モル%	(0- 1 重量%)
CaO	0- 3	モル%	(0- 1.5 重量%)
SrO	0- 3	モル%	(0- 2 重量%)
BaO	0- 2	モル%	(0- 1.5 重量%)
PbO	0- 3	モル%	(0- 3 重量%)
Al ₂ O ₃	0-10	モル%	(0- 5 重量%)
Y ₂ O ₃	0- 6	モル%	(0- 8 重量%)
TiO ₂	0-17	モル%	(0-10 重量%)
ZrO ₂	0- 7	モル%	(0- 6 重量%)
GeO ₂	0-31	モル%	(0-19.4 重量%)
Ta ₂ O ₅	0- 8	モル%	(0-17 重量%)
Nb ₂ O ₅	0- 7	モル%	(0-10 重量%)
TeO ₂	0- 7	モル%	(0- 7 重量%)
WO ₃	0- 7	モル%	(0- 9 重量%)
Gd ₂ O ₃	0- 4	モル%	(0- 6 重量%)
Ta ₂ O ₅ +ZnO	1-45	モル%	(5-35 重量%)
F ₂	0- 8	モル%	(0- 2 重量%)

より成る光学ガラス。

発明の詳細な説明

トリウムが含有されていたが、トリウムは放射能

本発明は高屈折率低分散の光学ガラスに関する。35を有し、人体に有害であるためこれをガラス成分

従来、高屈折率低分散の光学ガラスには多くの として用いることは避けなければならない。

場合高屈折率低分散性を付与する成分として酸化 酸化トリウムを含まない高屈折率低分散の光学

3

4

ガラスの例として SiO_2 、 B_2O_3 及び La_2O_3 を主成分として基礎的に含有するものが知られている(ドイツ特許第1061976号明細書)。このガラスは表1に示すABCDEの各点を結ぶ直線で囲まれた範囲に対応する SiO_2 、 B_2O_3 及び La_2O_3 の三成分を基礎とし、これに MgO 、 CaO 、 SrO 、 BaO 、 ZnO 、 CdO 、 PbO 、 Al_2O_3 、 ZrO_2 、 TiO_2 、

☆ Ta_2O_5 、 Nb_2O_5 、 WO_3 又は弗素を添加して構成されている。このガラスは屈折率(n_e)及びアベ数(ν_d)がそれぞれ1.651~1.902及び4.05~5.6.9の光学恒数を有している。しかし、全体に屈折率は充分に高いとはいえず、且つ1.813を超えるものには大量の Ta_2O_5 を含有し、極めて高価である欠点を有している。

表 1

	重量パーセント			モルパーセント		
	SiO_2	B_2O_3	La_2O_3	SiO_2	B_2O_3	La_2O_3
A	10	45	45	18	67	15
B	10	5	85	33	14	53
C	40	5	55	73	8	19
D	20	25	55	39	41	20
E	20	35	45	34	52	14

本発明に係る光学ガラスは SiO_2 、 B_2O_3 及び La_2O_3 を SiO_2 及び B_2O_3 の La_2O_3 に対する含有率の比がモル比でそれぞれ0.33~0.66及び0.46~0.86の範囲で含有し、且つ該三成分のガラスに対する含有率の和がモルパーセントで51~74の範囲にある光学ガラスである。

SiO_2 及び B_2O_3 はガラス網目構成酸化物として広く用いられるものであり、又 La_2O_3 はガラスに高屈折率・低分散の性質を付与する網目修飾酸化物として最も有用なものであり、本発明に係る光学ガラスはこれら三成分を主成分として基本的含有する高屈折率低分散光学ガラスであり、その屈折率(n_d)及びアベ数(ν_d)はそれぞれ1.84~1.95及び33~43の範囲にある。

本発明に係る光学ガラスは SiO_2 、 B_2O_3 及び La_2O_3 を、 SiO_2 及び B_2O_3 の La_2O_3 に対する含有率の比がモル比でそれぞれ0.33~0.66及び0.46~0.86の範囲になるように含有している。この範囲には、 SiO_2 - La_2O_3 及び B_2O_3 - La_2O_3 のそれぞれの二成分の共融点に於ける SiO_2 及び B_2O_3 の La_2O_3 に対するモル比が含まれている。即ち SiO_2 - La_2O_3 二成分系の共融点の内高ランタン側の融点1775℃の点に於ける SiO_2 の La_2O_3 に対する含有率の比

は0.59であつて、これは本発明に係る光学ガラスの SiO_2 の La_2O_3 に対する含有率の比0.33~0.66の範囲に含まれている。又、 B_2O_3 - La_2O_3 二成分系の共融点の内高ランタン側の融点1311℃の点に於ける B_2O_3 の La_2O_3 に対する含有率の比は0.59であつて、これは本発明に係る光学ガラスの B_2O_3 の La_2O_3 に対する含有率の比0.46~0.86の範囲に含まれる。

共融点の附近に於ては、熔融温度が低くなるから他の酸化物を混融させ易くなり、従つて安定なガラス組成はこの附近で得やすくなる。 SiO_2 及び B_2O_3 の La_2O_3 に対する含有率の比の上限及び下限については、それぞれ0.66及び0.86を超え、又はそれぞれ0.34及び0.42に未満のときは熔融温度が高くなつてガラス反応が実用上進行し難い。

SiO_2 - La_2O_3 及び B_2O_3 - La_2O_3 の二成分系には低ランタン側にそれぞれ1625℃及び1132℃にも共融点があり、その附近に於ても安定なガラス組成を得ることができるが、 SiO_2 及び B_2O_3 の含有率が高く、高屈折率を付与する La_2O_3 を高い含有率で組成に加えることができないから充分に高屈折率低分散の光学ガラスを工業的且つ廉価には得られない。

5

SiO_2 、 B_2O_3 及び La_2O_3 の三成分のガラスに対する含有率の和はモルパーセントで51~74の範囲になければならない。 SiO_2 、 B_2O_3 及び La_2O_3 の三成分のみでは、共融点附近の熔融温度の低い組成であつても、実用上工業的製造には熔融温度として未だ充分低下して居らず、且つ液相温度が極めて高く結晶化傾向が著しいからである。

本発明では SiO_2 を8~21モル% (2~7重量%)、 B_2O_3 を11~23モル% (4~11重量%)、 La_2O_3 を21~35モル% (4.7~6.5重量%)の範囲で含有している。 SiO_2 と B_2O_3 の上限、下限を越えるとガラスが失透に対して安定に得られなくなる。 La_2O_3 の上限、下限を越*

6

*えるとガラスが失透に対して安定に得られなくなる。

ただし $\text{SiO}_2 + \text{B}_2\text{O}_3$ を24~40モル% (10~14.7重量%)とすることが失透に対してより安定化するために必要である。適当な温度で熔融し、且つ結晶化傾向を低下させ、失透せずに安定な高屈折率低分散の光学ガラスを得る為に他の酸化物又は弗素の組成への添加を必要とする。この為に適当な酸化物は MgO 、 CaO 、 SrO 、 BaO 、 ZnO 、 PbO 、 Al_2O_3 、 Y_2O_3 、 Gd_2O_3 、 GeO_2 、 TiO_2 、 ZrO_2 、 TeO_2 、 Nb_2O_5 、 Ta_2O_5 及び WO_3 である。

これらの添加物の適切な量は以下のような範囲である。

MgO	0 - 3モル% (0 - 1重量%)
CaO	0 - 3モル% (0 - 1.5重量%)
SrO	0 - 3モル% (0 - 2重量%)
BaO	0 - 2モル% (0 - 1.5重量%)
ZnO	0 - 3.9モル% (0 - 2.0重量%)
PbO	0 - 3モル% (0 - 3重量%)
Al_2O_3	0 - 10モル% (0 - 5重量%)
Y_2O_3	0 - 6モル% (0 - 8重量%)
Gd_2O_3	0 - 4モル% (0 - 6重量%)
GeO_2	0 - 31モル% (0 - 19.4重量%)
TiO_2	0 - 17モル% (0 - 10重量%)
ZrO_2	0 - 7モル% (0 - 6重量%)
TeO_2	0 - 7モル% (0 - 7重量%)
Nb_2O_5	0 - 7モル% (0 - 10重量%)
Ta_2O_5	0 - 8モル% (0 - 17重量%)
WO_3	0 - 7モル% (0 - 9重量%)

これらの上限を越えると、失透し易くガラスを安定に得ることが難しい。

弗素は0.8モル% (0.2重量%)用いると熔融温度を低下させ且つ液相温度を低下させ、ガラス化範囲を拡大して高屈折率性を付与する酸化物の添加を容易にするが、過度に用いると屈折率を低下させ、失透性を増大させる。これらの酸化物又は弗素は26~49モルパーセント加える。即ち SiO_2 、 B_2O_3 及び La_2O_3 の含有率の和は51~74モルパーセントの範囲にあることが望ましい。

この和が51モルパーセント未満のときは失透性が増大し、74モルパーセントを超えても失透性が増大し、工業的製造は困難である。

本発明に係る光学ガラスは各成分の原料としてそれぞれ対応する酸化物、炭酸塩、硝酸塩、弗化物等を使用し、所望の割合に秤取し必要ならば清澄剤として亜硫酸等を加え、充分混合して調合原料となし、これを1300~1450℃に加熱し

7

た電気炉中の白金るつぼに投入し、熔融清澄後攪拌し、均一化してから鉄製の鋳型に鋳込み、徐冷して製造することができる。

本発明に係る光学ガラスの実施例の組成、屈折率(n_d)、及びアツペ数(ν_d)を表2に示す(但し数値はモル%で表わしてある。)ただし、

8

実施例42は、ガラスに含まれている陽イオンを酸化物で計算し、ガラス中の酸素の一部が表に記載の弗素で置換されていることを示す。

なお、参考までに表2の同一組成を重量%で示す表2Aを添付する。

9

10

表 2 (モルパーセント)

	1	2	3	4	5	6	7	8
SiO ₂	17.61	16.43	15.59	18.04	15.56	16.07	19.86	19.09
B ₂ O ₃	17.61	16.43	18.04	15.59	15.56	16.07	19.86	19.09
La ₂ O ₃	29.99	27.97	30.72	30.72	26.48	27.36	33.83	32.52
ZnO	28.79	33.57	29.50	29.50	23.32	24.08	—	—
Al ₂ O ₃	—	—	—	—	5.30	—	6.77	6.50
TiO ₂	—	—	—	—	10.60	10.95	13.53	13.00
ZrO ₂	—	—	—	—	3.18	3.28	—	3.90
GeO ₂	—	—	—	—	—	2.19	—	—
Ta ₂ O ₅	6.00	5.60	6.15	6.15	—	—	3.44	3.30
Nb ₂ O ₅	—	—	—	—	—	—	2.71	2.60
SiO ₂ のLa ₂ O ₃ に対するモル比	0.59	0.59	0.51	0.59	0.59	0.59	0.59	0.59
B ₂ O ₃ のLa ₂ O ₃ に対するモル比	0.59	0.59	0.59	0.51	0.59	0.59	0.59	0.59
SiO ₂ +B ₂ O ₃ +La ₂ O ₃	65.21	60.83	64.35	64.35	57.60	59.50	73.55	70.70
nd	1.8971	1.8984	1.9029	1.9056	1.8933	1.9274	1.914	1.9204
vd	39.7	39.1	39.3	39.0	37.1	35.1	—	35.3

11

12

表 2 (続き)

	9	10	11	12	13	14	15	16
SiO ₂	18.50	16.15	15.72	16.61	15.56	16.25	15.24	14.72
B ₂ O ₃	18.50	16.15	15.72	16.61	15.56	16.25	15.24	14.72
La ₂ O ₃	31.50	27.51	26.78	28.29	26.49	27.66	25.94	25.08
BaO	-	-	-	-	-	-	-	5.82
ZnO	-	26.40	25.71	27.17	37.09	26.56	31.13	-
Al ₂ O ₃	6.30	-	-	5.66	-	7.75	7.26	-
Y ₂ O ₃	-	-	-	-	-	-	-	4.01
TiO ₂	12.60	11.00	10.71	-	-	-	-	-
ZrO ₂	3.78	-	-	-	-	-	-	3.01
GeO ₂	-	-	-	-	-	-	-	3.009
Ta ₂ O ₅	6.30	2.79	5.36	5.66	5.30	5.53	5.19	2.55
Nb ₂ O ₅	2.52	-	-	-	-	-	-	-
SiO ₂ のLa ₂ O ₃ に対するモル比	0.59	0.59	0.59	0.59	0.59	0.59	0.59	0.59
B ₂ O ₃ のLa ₂ O ₃ に対するモル比	0.59	0.59	0.59	0.59	0.59	0.59	0.59	0.59
SiO ₂ +B ₂ O ₃ +La ₂ O ₃	68.50	59.81	58.22	61.51	57.61	60.16	56.42	54.52
n d	1.9337	1.9193	1.9332	1.8796	1.8992	1.8727	1.8749	1.8492
ν d	34.0	35.8	35.0	40.3	38.6	40.5	40.0	42.2

13

14

表 2 (続き)

	17	18	19	20	21	22	23	24
SiO ₂	14.84	14.84	14.84	14.84	14.84	14.84	15.31	14.55
B ₂ O ₃	14.84	14.84	14.84	14.84	14.84	14.84	15.31	16.53
La ₂ O ₃	25.28	25.29	25.29	25.28	25.28	25.29	26.06	24.78
ZnO	10.11	15.17	20.22	15.17	30.34	20.22	20.86	21.80
Al ₂ O ₃	-	-	-	-	-	-	5.21	4.96
Y ₂ O ₃	4.04	4.04	4.04	4.04	4.04	4.04	4.17	-
TiO ₂	-	-	-	-	-	15.17	10.43	9.91
ZrO ₂	3.03	3.03	3.03	3.03	3.03	3.03	-	2.97
GeO ₂	25.29	20.22	15.17	15.17	5.06	-	-	-
Ta ₂ O ₅	2.57	2.57	2.57	2.57	2.57	2.57	2.65	2.52
Nb ₂ O ₅	-	-	-	5.06	-	-	-	1.98
SiO ₂ のLa ₂ O ₃ に対するモル比	0.59	0.59	0.59	0.59	0.59	0.59	0.59	0.59
B ₂ O ₃ のLa ₂ O ₃ に対するモル比	0.59	0.59	0.59	0.59	0.59	0.59	0.59	0.67
SiO ₂ +B ₂ O ₃ +La ₂ O ₃	54.96	54.97	54.97	54.96	54.96	54.97	56.68	55.86
n d	1.8617	1.8690	1.8755	1.90	1.8991	1.9455	1.9060	1.9160
ν d	41.6	41.4	40.9	-	38.5	34.1	36.7	35.3

15

16

表 2 (続き)

	25	26	27	28	29	30	31	32
SiO ₂	15.15	13.09	14.41	14.84	14.84	14.84	14.84	13.98
B ₂ O ₃	13.09	15.15	14.41	14.84	14.84	14.84	14.84	13.98
La ₂ O ₃	25.80	25.80	24.53	25.29	25.29	25.29	25.28	23.82
BaO	-	-	-	-	-	-	-	0.76
ZnO	22.70	22.70	24.53	20.22	22.24	12.13	17.19	20.95
Al ₂ O ₃	5.16	5.16	4.91	5.06	5.06	5.06	5.06	4.76
TiO ₂	10.32	10.32	9.81	10.11	10.11	10.11	10.11	9.52
ZrO ₂	3.10	3.10	4.91	3.03	3.03	3.03	3.03	2.86
TeO ₂	-	-	-	-	-	-	5.06	-
GeO ₂	-	-	-	-	-	10.11	-	-
Ta ₂ O ₅	2.62	2.62	2.49	2.57	2.57	2.57	2.57	2.42
Nb ₂ O ₅	2.06	2.06	-	4.04	2.02	2.02	2.02	1.90
WO ₃	-	-	-	-	-	-	-	4.76
As ₂ O ₃	-	-	-	-	-	-	-	0.29
SiO ₂ のLa ₂ O ₃ に対するモル比	0.59	0.51	0.59	0.59	0.59	0.59	0.59	0.59
B ₂ O ₃ のLa ₂ O ₃ に対するモル比	0.51	0.59	0.59	0.59	0.59	0.59	0.59	0.59
SiO ₂ +B ₂ O ₃ +La ₂ O ₃	54.04	54.04	53.35	54.97	54.97	54.97	54.96	51.78
n d	1.9309	1.9290	1.9133	1.9368	1.9228	1.9088	1.9254	1.9387
ν d	34.6	34.6	35.9	33.8	35.0	35.5	34.2	33.1

17

18

表 2 (続き)

	33	34	35	36	37	38	39	40
SiO ₂	11.13	9.23	14.68	14.68	14.68	14.68	14.68	13.07
B ₂ O ₃	15.29	15.62	14.60	14.68	14.68	14.68	14.68	18.21
La ₂ O ₃	26.03	26.60	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	24.96
MgO	-	-	2.00	-	-	-	-	-
CaO	-	-	-	2.00	-	-	-	-
SrO	-	-	-	-	2.00	-	-	-
BaO	0.83	0.85	-	-	-	-	-	0.77
ZnO	22.92	23.40	21.10	21.10	21.10	21.10	21.10	21.09
PbO	-	-	-	-	-	2.00	-	-
Al ₂ O ₃	5.21	5.32	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	4.79
Gd ₂ O ₃	-	-	-	-	-	-	2.00	-
TiO ₂	10.42	10.64	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	9.59
ZrO ₂	3.13	3.19	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	2.88
Ta ₂ O ₅	2.65	2.70	2.54	2.54	2.54	2.54	2.54	2.43
Nb ₂ O ₅	2.08	2.13	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	1.92
AS ₂ O ₃	0.31	0.32	-	-	-	-	-	0.29
SiO ₂ のLa ₂ O ₃ に対するモル比	0.43	0.35	0.59	0.59	0.59	0.59	0.59	0.52
B ₂ O ₃ のLa ₂ O ₃ に対するモル比	0.59	0.59	0.59	0.59	0.59	0.59	0.59	0.73
SiO ₂ +B ₂ O ₃ +La ₂ O ₃	52.45	51.45	54.36	54.36	54.36	54.36	54.36	56.24
n d	1.9343	1.9405	1.9228	1.9223	1.9219	1.9308	1.9252	1.9138
ν d	34.4	34.1	35.0	35.0	35.0	34.0	34.6	35.6

19

20

表 2 (続き)

	4 1	4 2
SiO ₂	1 0.0 7	1 5.4 5
B ₂ O ₃	2 1.2 1	1 5.4 5
La ₂ O ₃	2 4.9 6	3 1.5 8
BaO	0.7 7	0.8 4
ZnO	2 1.0 9	1 2.6 3
Al ₂ O ₃	4.7 9	5.2 6
TiO ₂	9.5 9	1 0.5 3
ZrO ₂	2.8 8	3.1 6
Ta ₂ O ₅	2.4 3	2.6 7
Nb ₂ O ₅	1.9 2	2.1 1
As ₂ O ₃	0.2 9	0.3 2
F ₂	—	7.4 0
SiO ₂ の La ₂ O ₃ に対するモル比	0.4 0	0.4 9
B ₂ O ₃ の La ₂ O ₃ に対するモル比	0.8 5	0.4 9
SiO ₂ + B ₂ O ₃ + La ₂ O ₃	5 6.2 4	6 2.4 8
n d	1.9 0 9 9	1.8 9 9 1
ν d	3 5.8	3 6.7

21

22

表 2 表 A

重量パーセント

	1	2	3	4	5	6	7	8
SiO ₂	6.21	6.00	5.41	6.27	6.53	6.67	6.78	6.59
B ₂ O ₃	7.19	6.95	7.25	6.28	7.56	7.73	7.85	7.64
La ₂ O ₃	57.31	55.42	57.79	57.86	60.24	61.64	62.59	60.88
ZnO	13.74	16.60	13.86	13.88	13.25	13.54		
Al ₂ O ₃					3.77		3.92	3.81
TiO ₂					5.91	6.05	6.14	5.97
ZrO ₂					2.74	2.79		2.76
GaO ₂						1.58		
Ta ₂ O ₅	15.55	15.03	15.69	15.71			8.63	8.38
Nb ₂ O ₅							4.09	3.97
nd	1.8971	1.8984	1.9029	1.9056	1.8933	1.9274	1.914	1.9204
νd	39.7	39.1	39.3	39.0	37.1	35.1	—	35.3

	9	10	11	12	13	14	15	16
SiO ₂	6.10	6.33	5.87	5.99	5.84	5.91	5.72	5.35
B ₂ O ₃	7.06	7.34	6.81	6.94	6.77	6.85	6.63	6.20
La ₂ O ₃	56.31	58.52	54.26	55.33	53.91	54.57	52.84	49.46
BaO	—	—	—	—	—	—	—	3.40
ZnO	—	14.02	13.01	13.27	18.85	13.09	15.84	—
Al ₂ O ₃	3.52	—	—	3.46	—	4.78	4.63	—
Y ₂ O ₃	—	—	—	—	—	—	—	5.48
TiO ₂	5.52	5.74	5.32	—	—	—	—	—
ZrO ₂	2.55	—	—	—	—	—	—	2.24
GeO ₂	—	—	—	—	—	—	—	19.05
Ta ₂ O ₅	15.27	8.05	14.73	15.01	14.63	14.80	14.34	6.82
Nb ₂ O ₅	3.67	—	—	—	—	—	—	—
nd	1.9337	1.9193	1.9332	1.8796	1.8992	1.8727	1.8749	1.8492
νd	34.0	35.8	35.0	40.3	38.6	40.5	40.0	42.2

23

24

	17	18	19	20	21	22	23	24
SiO ₂	5.56	5.60	5.64	5.32	5.72	5.77	5.88	5.76
B ₂ O ₃	6.44	6.48	6.53	6.17	6.63	6.69	6.81	7.58
La ₂ O ₃	51.30	51.71	52.09	49.18	52.86	53.36	54.26	53.20
ZnO	5.13	7.75	10.40	7.37	15.84	10.65	10.84	11.69
Al ₂ O ₃	—	—	—	—	—	—	3.39	3.33
Y ₂ O ₃	5.68	5.72	5.77	5.45	4.04	5.91	6.02	—
TiO ₂	—	—	—	—	—	7.85	5.32	5.22
ZrO ₂	2.33	2.34	2.36	2.23	2.40	2.42	—	2.41
GeO ₂	16.48	13.27	10.03	9.47	3.40	—	—	—
Ta ₂ O ₅	7.08	7.13	7.18	6.78	7.29	7.35	7.48	7.34
Nb ₂ O ₅	—	—	—	8.03	—	—	—	3.47
nd	1.8617	1.8690	1.8755	1.90	1.8991	1.9455	1.9060	1.9160
νd	41.6	41.4	40.9	—	38.5	34.1	36.7	35.3

	25	26	27	28	29	30	31	32
SiO ₂	5.87	5.06	5.83	5.67	5.81	5.72	5.67	5.34
B ₂ O ₃	5.87	6.79	6.76	6.57	6.73	6.63	6.56	6.19
La ₂ O ₃	54.19	54.12	53.84	52.43	53.72	52.88	52.34	49.33
BaO	—	—	—	—	—	—	—	0.74
ZnO	11.91	11.89	13.44	10.47	11.79	6.34	8.89	10.84
Al ₂ O ₃	3.39	3.39	3.37	3.28	3.36	3.31	3.28	3.09
TiO ₂	5.32	5.31	5.28	5.14	5.26	5.19	5.13	4.84
ZrO ₂	2.46	2.46	4.07	2.38	2.43	2.40	2.37	2.24
TeO ₂	—	—	—	—	—	—	5.13	—
GeO ₂	—	—	—	—	—	6.79	—	—
Ta ₂ O ₅	7.46	7.45	7.41	7.23	7.40	7.29	7.22	6.80
Nb ₂ O ₅	3.53	3.53	—	6.83	3.50	3.45	3.41	3.21
WO ₃	—	—	—	—	—	—	—	7.02
As ₂ O ₃	—	—	—	—	—	—	—	0.36
nd	1.9309	1.9290	1.9133	1.9368	1.9228	1.9088	1.9254	1.9387
νd	34.6	34.6	35.9	33.8	35.0	35.5	34.2	33.1

25

26

	33	34	35	36	37	38	39	40
SiO ₂	4.25	3.48	5.81	5.80	5.76	5.67	5.57	5.14
B ₂ O ₃	6.76	6.82	6.73	6.72	6.68	6.57	6.46	8.30
La ₂ O ₃	53.90	54.32	53.67	53.55	53.22	52.41	51.48	53.26
MgO	—	—	0.53	—	—	—	—	—
CaO	—	—	—	0.74	—	—	—	—
SrO	—	—	—	—	1.35	—	—	—
BaO	0.81	0.82	—	—	—	—	—	0.77
ZnO	11.85	1.194	11.31	11.29	11.22	11.04	10.85	11.24
PbO	—	—	—	—	—	2.87	—	—
Al ₂ O ₃	3.38	3.40	3.36	3.35	3.33	3.28	3.22	3.20
Gd ₂ O ₃	—	—	—	—	—	—	4.58	—
TiO ₂	5.29	5.33	5.26	5.25	5.22	5.14	5.05	5.02
ZrO ₂	2.45	2.46	2.44	2.43	2.42	2.38	2.34	2.32
Ta ₂ O ₅	7.44	7.48	7.39	7.38	7.33	7.22	7.09	7.03
Nb ₂ O ₅	3.48	3.55	3.50	3.49	3.47	3.42	3.36	3.34
As ₂ O ₃	0.39	0.40	—	—	—	—	—	0.38
nd	1.9343	1.9405	1.9228	1.9223	1.9219	1.9308	1.9252	1.9138
νd	34.4	34.1	35.0	35.0	35.0	34.0	34.6	35.6

	41	42
SiO ₂	3.95	5.45
B ₂ O ₃	9.65	6.32
La ₂ O ₃	53.15	60.45
BaO	0.77	0.76
ZnO	11.22	6.04
Al ₂ O ₃	3.19	3.15
TiO ₂	5.01	4.94
ZrO ₂	2.32	2.29
Ta ₂ O ₅	7.02	6.93
Nb ₂ O ₅	3.34	3.30
As ₂ O ₃	0.38	0.37
F ₂	—	1.65
nd	1.9099	1.8991
νd	35.8	36.7

25 本発明によれば高屈折率低分散の光学ガラス、殊に屈折率(nd)が1.84~1.95、アッベ数(νd)が33~43の範囲にあるトリウムを含まない光学ガラスを工業的且つ安価に製造することができる。

30

⑤引用文献

特 公 昭47-15811

35 特 開 昭48-23809

特 開 昭50-101414

米国特許 3029152

独国特許 1926959

40